

потока. Вклад этой компоненты возможен в предположении о малой скорости потока пара относительно капли, $Nu \approx 2$.

В промышленных технологиях впрыскиваемая влага является дисперсной системой, время полного испарения которой отличается от рассчитанного в данной работе. Расчет времени испарения полидисперсной системы капель можно осуществить с привлечением алгоритма, представленного в работе [3].

Список использованных источников

1. Карпова Г. А., Стасенко А. Л. Влияние реальных свойств пара на время испарения капли // Ученые записки ЦАГИ. 1982. Т. XIII. № 6. С. 101–105.
2. Теплообменники энергетических установок / под общ. ред. Ю. М. Бродова. Екатеринбург : Сократ, 2003. 965 с.
3. Бувеч Ю. А., Ясников Г. П. О кинетике растворения полидисперсной системы частиц // ТОХТ. 1982. Т. XVI. № 5. С. 597–603.

УДК 621.311.1.003

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ЭНЕРГО-СТОИМОСТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТАРИФНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ПЕРЕДАЧУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

APPLICATION OF THE ENERGY-VOLUME DISTRIBUTION MODEL FOR IMPROVING TARIFF MODELS FOR ELECTRICITY TRANSMISSION

Зубарев В. С., Белоусов И. А., Паздерин А. В., Паздерин А. А.,
Шевелев И. В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
vitek.z@mail.ru, ivan.blsv@mail.ru, a.v.pazderin@urfu.ru

Zubarev V. S., Belousov I. A., Pazderin A. V., Pazderin A. V.,
Shevelev I. V.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Описывается область применения модели энерго-стоимостного распределения (ЭСР) для описания основного технологического процесса электроэнергетики – транспорта и распределения потоков электрической энергии в схеме сети. В основе модели лежат уравнения балансов для потоков электроэнергии и потоков стоимости в узлах и ветвях схемы сети. Эта модель позволяет представить процесс передачи электроэнергии в виде двух направленных на графе электрической сети потоков – потоков электроэнергии и зависящих от них потоков стоимости.

Abstract: The paper describes the application of the energy-cost distribution model to describe the main technological process of the electric power industry - transport and distribution of electric energy flows in the network design. The model is based on the balance equations for electricity flows and cost flows in the nodes and branches of the network scheme. This model allows us to represent the process of electricity transmission in the form of two flows directed on the grid of the electric power - the flow of electricity and the flows of value that depend on them.

Ключевые слова: *поток; распределение; электроэнергия; потери; тариф; надбавка; «Баланс».*

Key words: *flow; distribution; electricity; losses; rate; surcharge; «Balance».*

На кафедре Автоматизированных электрических систем УрФУ разрабатывается модель энерго-стоимостного распределения для описания основного технологического процесса электроэнергетики – транспорта и распределения потоков электрической энергии в схеме сети. Экономическая подмодель, связанная с услугами на передачу электроэнергии, представляется в виде стоимостных потоков в схеме сети, которые совпадают по направлениям с потоками электроэнергии. В основе технико-экономической модели, получившей название «модель энерго-стоимостного распределения» (ЭСР), лежат уравнения балансов для потоков электроэнергии и потоков стоимости в узлах и ветвях схемы сети. Эта модель

позволяет представить процесс передачи электроэнергии в виде двух направленных на графе электрической сети потоков – потоков электроэнергии и зависящих от них потоков стоимости.

Для выполнения расчетов ЭСР для реальных ЭСО была разработана альфа версия программного комплекса «Balance» пятой модификации, с названием «Balance5». Предшествующие версии ПК «Balance» были ориентированы на расчеты энергораспределения в схеме электрической сети [3]. Основная область их применения связана с расчетами потоков и потерь электрической энергии [1]. В результате расчета ЭР определяется структура потерь электроэнергии по классам номинальных напряжений и районам электрической сети с разделением потерь на технические и коммерческие. В отличие от аналогичных программных комплексов ПК «Balance» позволяет более адекватно учитывать схемно-режимное многообразие при расчете потерь в ЭЭС. Учет режимного многообразия при расчете потерь ЭЭ обеспечивается за счет учета дисперсионных составляющих потерь [2]. Схемное многообразие учитывается за счет использования максимальной топологии электрической сети для расчетного интервала времени. При этом дополнительно необходимо ввести информацию о времени нахождения узлов и ветвей в отключенном состоянии, что в значительной степени повышает точность расчета потерь ЭЭ на отдельных элементах схемы замещения и в целом по всей сети [4].

ПК «Баланс 5.0» включает следующие, ранее разработанные функциональные модули:

1. Ввод информации о схеме электрической сети в виде таблицы по узлам и таблицы по ветвям.
2. Ввод информации о измерениях активной и реактивной ЭЭ для расчетного интервала времени.
3. Блок анализа наблюдаемости энергораспределения.
4. Блок расчета энергораспределения на основе минимизации взвешенной суммы квадратов отклонений между измеренными и расчетными потоками ЭЭ.

5. Блок анализа результатов для анализа структуры потерь и локализации коммерческих потерь ЭЭ

Область применения ПК «Баланс 5.0»:

- Выявление ущерба электросетевым организациям от хищений и/или недоучета электрической энергии потребителями

- Совершенствование тарифных моделей путем введения системы надбавок и скидок к тарифам на передачу электроэнергии:

1. Надбавки (скидки) к тарифу на передачу за форму графика нагрузки. При относительно ровном графике нагрузки потребителя уменьшается дисперсионная составляющая потеря.

2. Надбавки (скидки) к тарифу на передачу за степень загрузки оборудования. В тариф на передачу закладываются как переменные издержки (плата за покрытие потерь в сети), так и постоянные издержки (содержание подстанций, плановые ремонты и т.д.). При увеличении передаваемой ЭЭ постоянные издержки в пересчете на кВт·ч становятся меньше.

3. Надбавки (скидки) к тарифу на передачу за использование реактивной энергии (мощности).

4. Надбавки (скидки) к тарифу на передачу за надежность электроснабжения. Обеспечивая более надёжное электроснабжение потребителя, сетевая организация тратит дополнительные средства по инвестиционным программам, что можно также учитывать при формировании тарифа для потребителей разных категорий надёжности.

5. Надбавки (скидки) к тарифу на передачу за показатели качества электрической энергии (ПКЭ).

При дальнейшем использовании модели энерго-стоимостного распределения в обосновании платы за технологические присоединение потребителей можно экономически подтверждать выгоду для потребителя и сетевой организации при подключении в конкретной точке сети. В результате применения методики энерго-стоимостного распределения можно получить новую систему тарифов на передачу ЭЭ, которая будет стимулировать и

электросетевую компанию и потребителей электроэнергии повышать эффективность и надежность процесса передачи электрической энергии на основе взаимной выгоды.

Используя программный комплекс «Balance5» были проведены расчеты ЭСР для тестовых и реальных электрических сетей, показавшие применимость методики.

Список использованных источников

1. Паздерин А. А., Паздерин А. В., Софьин В. В. Технико-экономическая модель передачи электрической энергии в сетях энергосистем // Электричество. 2017. № 7. С. 4–12.
2. Паздерин А. А., Паздерин А. В. Совершенствование системы тарификации услуг на передачу электрической энергии // Научное обозрение, 2016. № 20. С. 207–213.
3. Паздерин А. А., Паздерин А. В. Представление процесса передачи электроэнергии направленными потоками электроэнергии и стоимости в схеме сети // Электротехнические системы и комплексы. 2017. № 1 (34). С. 31–36.
4. Паздерин А. В. Решение задачи энергораспределения в электрической сети на основе методов оценивания состояния // Электричество. 2004. № 12. С. 2–7.

УДК 66.096.5

ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ ПОРИСТЫХ ЧАСТИЦ СУЛЬФИДА ЖЕЛЕЗА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОЦЕССАМ ОБЖИГА ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА

FEATURES OF THE POROUS PARTICLES REACTION OF IRON SULPHIDE WITH RESPECT TO THE PROCESSES OF ZINC CONCENTRATE ROASTING

Ивакина С. А., Даминов Д. Р., Мунц В. А.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
svetlana-ivakina@mail.ru

Ivakina S.A., Daminov D.R., Munts V.A.
Ural Federal University, Ekaterinburg